

4 2007 007  
4  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

⑪ N° de publication :  
(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

2 286 114

A1

DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION

⑯

N° 75 29078

---

⑯ Dispositif de raccordement électrique à une cuve susceptible d'être déplacée et son application.

⑯ Classification internationale (Int. Cl.<sup>2</sup>). C 03 B 5/02; H 01 R 3/08, 35/00.

⑯ Date de dépôt ..... 23 septembre 1975, à 14 h 50 mn.

⑯ ⑯ ⑯ Priorité revendiquée : *Demande de brevet déposée en Grande-Bretagne le 25 septembre 1974, n. 41.687/1974 au nom de la demanderesse.*

---

⑯ Date de la mise à la disposition du public de la demande ..... B.O.P.I. — «Listes» n. 17 du 23-4-1976.

---

⑯ Déposant : JOHNSON, MATTHEY & CO LIMITED, résidant en Grande-Bretagne.

⑯ Invention de : Arthur George Knapton, Gordon Leslie Selman et Stephen Lionel Pearce.

⑯ Titulaire : *Idem* ⑯

⑯ Mandataire : Marc-Roger Hirsch. Conseil en brevets.

---

D

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 15

L'invention a pour objet un dispositif de raccordement électrique et se rapporte plus particulièrement à l'application d'un tel dispositif dans les appareillages et installations qui sont soumis à des dilatations et contractions thermiques importantes.

5 Dans l'industrie du verre, le chauffage des récipients destinés au traitement du verre fondu est souvent réalisé par effet Joule grâce au passage direct d'un courant à travers le métal du récipient. Les applications visées nécessitent souvent des ampérages élevés, de l'ordre de plusieurs milliers d'ampères de sorte que l'alimentation en courant électrique doit se faire par l'intermédiaire de câbles et de barres omnibus de dimensions appropriées. L'une des 10 applications les plus importantes du chauffage direct se situe dans le domaine de la production continue de fibres de verre. Ces dernières sont tirées d'une pluralité de filières disposées habituellement au fond d'une cuve rectangulaire appelée "bassin". En regard aux températures élevées et à l'atmosphère oxydante 15 qui règnent dans le procédé, le seul matériau convenant pour la construction du bassin est le platine ou un alliage à base de platine. Le courant électrique pour le chauffage d'un tel bassin est normalement amené via des conducteurs ou des queues conductrices à section transversale rectangulaire, également 20 constitués par du platine ou des alliages à base de platine et qui sont soudés aux extrémités de la cuve.

Le raccordement électrique à ces queues se fait par l'intermédiaire de bornes volumineuses en cuivre, généralement refroidies, qui sont à leur tour boulonnées de façon à assurer un bon contact électrique avec les câbles et barres omnibus de distribution. Les bornes opposent une contrainte mécanique 25 considérable aux dilatations et contractions thermiques du bassin; il en résulte souvent une rupture prématuree du platine au voisinage des queues conductrices. Dans une usine de fibres de verre, jusqu'à 50% des ruptures du bassin peuvent être attribuées au phénomène décrit.

L'invention a pour objet de réduire les contraintes mécaniques sur les 30 queues conductrices du bassin ou d'appareillages analogues et par conséquent d'augmenter la longévité de tels composants.

Un autre objet de l'invention est de fournir une technique rapide et simple pour régler le gradient thermique dans le bassin même et dans sa plaque de base.

A cet effet, l'invention prévoit un dispositif comprenant un récipient, 35 raccordé à une source de courant électrique et adapté pour maintenir le verre fondu à une température élevée, dans lequel le raccordement comprend un réservoir d'un matériau électroconducteur, lequel matériau est liquide à la température de service et un conducteur électrique raccordé audit récipient et monté de façon

à assurer un contact électrique permanent avec le liquide électroconducteur pendant le mouvement dudit récipient.

Le raccordement électrique selon l'invention est particulièrement utile pour les fortes charges. Le liquide électroconducteur peut être contenu dans 5 un réservoir en forme de chenal disposé par exemple le long d'une ligne décrite par l'élément déplaçable lors de son mouvement. Cette ligne peut être linéaire ou de toute autre forme, par exemple circulaire ou arquée.

Le raccordement électrique selon l'invention peut être appliqué dans les cas où une alimentation en courant électrique est requise à différents endroits 10 d'une ligne d'assemblage.

Selon un mode de mise en oeuvre particulier de l'invention, le raccordement électrique pour le passage d'un courant électrique par un équipement, qui est soumis à des dilatations et contractions thermiques, comprend un réservoir métallique fixé de façon mécaniquement rigide à une barre omnibus, l'udit réservoir 15 contenant un matériau électroconducteur, résistant à l'oxydation, qui est liquide à la température opératoire, dans lequel plonge une queue conductrice, qui forme une partie intégrante dudit équipement ou est en contact électrique avec lui. De préférence, la queue est constituée d'un métal présentant une résistivité électrique relativement faible. Avantageusement, le matériau électroconducteur contenu dans le réservoir est métallique.

Un raccordement électrique par l'intermédiaire d'un métal liquide présente l'avantage que l'équipement peut se dilater ou se contracter librement et l'avantage supplémentaire que le réglage du gradient thermique est réalisé aisément par la variation du niveau du métal liquide.

25 Dans la présente description, le terme "métal" désigne également des "alliages métalliques" liquides ou solides.

La queue ou la queue prolongée de l'équipement est préférentiellement fabriquée à partir d'un métal choisi dans le groupe comprenant le ruthénium, le rhodium, le palladium, l'iridium, le platine, l'aluminium, le cuivre, 30 l'argent, l'or, les alliages dans lesquels ces métaux interviennent totalement ou partiellement à titre d'éléments constitutifs. Le métal de la queue est avantageusement protégé contre toute attaque à la surface de séparation métal/air par un revêtement protecteur métallique ou non-métallique, tel qu'un ciment contenant de la zircone.

35 Les métaux liquides préférés, contenus dans le réservoir, présentent une faible tension de vapeur et se trouvent à l'état liquide dans les conditions opératoires.

D'autres caractéristiques désirables pour le métal liquide sont une faible

réistance ohmique au passage du courant et une compatibilité avec les autres éléments de construction du dispositif de raccordement. Un métal approprié pour l'application selon l'invention est constitué par un mélange eutectique de gallium, d'indium et d'étain titrant 62% Ga, 25% In et 13% Sn. Cette composition particulière est liquide à la température ambiante normale. Il s'agit là d'une propriété désirable mais non essentielle pour l'invention. Par contre, il est essentiel que le métal se trouve à l'état liquide dans les conditions opératoires du dispositif de raccordement avec passage de courant et développement de chaleur dans le métal.

10 D'autres compositions métalliques présentant de bas points de fusion comprennent les alliages fusibles contenant des éléments tels que le bismuth, le cadmium ou le plomb. Une autre propriété désirable pour le métal liquide est sa résistance à l'oxydation puisque sa surface libre est normalement exposée à l'air.

15 Des compositions telles que l'eutectique bien connu NaK ne sauraient donc convenir.

Une variante de mise en œuvre du dispositif selon l'invention est montrée à titre d'exemple sur les dessins joints où :

la figure 1 est une vue isométrique du dispositif;

20 la figure 2 représente une coupe selon AA de la figure 1.

L'alimentation en courant de la cuve 1 se fait via une queue conductrice 2 en platine ou alliage de platine.

25 Dans cette variante particulière, la queue, qui est quelque peu étirée en longueur par rapport aux dimensions normales, plonge dans le métal liquide 3. Le métal liquide 3 se trouve dans un réceptacle parallélépipédique 4 en cuivre qui est boulonné sur la barre omnibus 5. Un circuit réfrigérant formé par des tuyaux d'eau 6 est disposé dans le réceptacle ou réservoir 4 et sert à l'évacuation de l'extrémité de la cuve et engendrée en outre par des pertes ohmiques dans le dispositif de raccordement même. Il ressort de la figure 1 que la queue peut se déplacer librement dans un sens vertical et/ou horizontal sans que des tensions destructrices ne se manifestent à la jonction 7 entre la queue et la cuve.

30 35 Le cas échéant, la queue 2 peut comporter un empennage ou collier 10 destiné à empêcher le métal liquide de monter par capillarité le long de sa surface et d'attaquer celle-ci en présence d'air ou de l'atmosphère environnante.

Lors du montage initial de la cuve par le personnel de la verrerie, on doit prendre soin que les gradients de température à proximité de l'extrémité de

la cuve soient aussi faibles que possible. Dans la pratique, ce résultat est normalement obtenu en déplaçant verticalement, le long des queues, des pinces en cuivre, refroidies à l'eau de manière à modifier le flux de chaleur jusqu'à ce que des conditions appropriées soient atteintes. Le déplacement des pinces implique leur serrage et le desserrage avec les petits déplacements qui en résultent pour les pinces et la queue, ce qui peut entraîner un dépassement du niveau admissible de tensions au bassin. Le réglage du gradient thermique s'opère bien plus facilement à l'aide du raccordement liquide selon la présente invention puisqu'il suffit de faire varier le niveau de la surface du liquide.

10 Une méthode de réglage par des moyens simples est illustrée sur la figure 2; ces moyens comprennent une vis de réglage 8 dont le déplacement permet le réglage fin du niveau du liquide. Une bague d'étanchéité 9 dans le logement de la vis de réglage empêche toute fuite de métal liquide. D'autres méthodes de réglage sont possibles et le dispositif à vis montré sur la figure 2 n'est pas essentiel. Ainsi, on peut utiliser un réservoir mobile séparé selon le principe des vases communicants, ou un diaphragme mobile placé le long d'un des côtés du réservoir.

Dans la variante décrite précédemment, la queue 2 en platine est montrée en extension, plongée dans le métal liquide 3. Il n'est cependant pas nécessaire que la queue soit toute entière en platine. Des économies sont évidemment possibles si un autre métal bon conducteur tel que le palladium, le cuivre ou l'argent est utilisé en prolongement à un niveau situé au-dessous de la surface de séparation air/liquide. Dans ce cas, on n'observera pas de changement dans le gradient thermique qui s'établit dans la queue à condition de remplacer les bornes habituelles par un raccordement liquide. Moyennant des adaptations mineures, il est également possible de disposer la jonction entre la queue en platine et son prolongement au-dessus de la surface de séparation air/métal/liquide.

Le réceptacle pour le métal liquide n'est pas nécessairement en cuivre. D'autres matériaux bons conducteurs de l'électricité peuvent être employés tels que l'argent ou l'aluminium; pour ce dernier métal cependant, on doit prévoir un revêtement à l'aide d'un métal plus résistant pour éviter toute attaque par le métal liquide.

Pour certaines applications ou dans le cas de certaines combinaisons de métaux fusibles, il peut être indiqué d'assurer le fonctionnement à des températures plus élevées grâce à l'emploi de matériaux qui, tel l'acier inoxydable, présentent une résistivité électrique accrue.

Une géométrie rectangulaire est montrée sur les figures 1 et 2 pour la

queue 2, le prolongement de la queue et le réceptacle ou réservoir 4. D'autres géométries peuvent être préférables, pour des considérations d'encombrement ou de densités de courant dans une installation donnée, y compris des formes rondes, annulaires, à plusieurs couches ou torons, etc., qui cependant toutes 5 présentent essentiellement des conducteurs solides plongés ou immergés dans le métal liquide.

Des gradients thermiques considérables existent dans les queues prévues dans les dispositifs selon les figures 1 et 2. Ils peuvent occasionner dans 10 certaines conditions opératoires particulièrement sévères une attaque du platine chaud par le métal liquide à la surface de séparation air/métal liquide.

On peut y obvier dans la pratique en appliquant sur le platine, dans la région la plus exposée, un revêtement protecteur métallique ou non-métallique. A titre d'exemple, on peut citer l'iridium ou un ciment de zircone tel que le produit connu sous la dénomination Thermocem.

15 L'invention sera maintenant illustrée à l'aide des exemples non limitatifs suivants.

EXEMPLE 1

Une bande conductrice en cuivre refroidie à l'eau, d'une section transversale de  $1,499 \times 0,737 \text{ cm}^2$  était immergée jusqu'à une profondeur de 1,27 cm dans 20 un réceptacle en cuivre qui contenait un mélange eutectique Ga-In-Sn du type précédemment décrit. On a fait ensuite passer un courant alternatif de 1000 A à travers le raccordement liquide ainsi réalisé pendant une durée totale de 525 heures. Cela correspond à des densités de courant élevées de  $905 \text{ A/cm}^2$  dans la bande conductrice en cuivre, et de  $176 \text{ A/cm}^2$  à la jonction entre la bande 25 et le métal liquide. L'élévation de température produite dans le raccordement était négligeable. Aucun changement de voltage ou de courant à travers le raccordement, impliquant une détérioration de ce dernier, ne pouvait être décelé. De même, après l'arrêt de l'essai, on n'a constaté aucune attaque significative 30 du cuivre par le métal liquide.

EXEMPLE 2

Pour simuler le gradient thermique élevé le long d'une queue conductrice en service, une bande de platine d'une section de  $1,41 \times 0,158 \text{ cm}^2$  fut plongée dans un réservoir en cuivre contenant le métal liquide et chargée à raison de 35 320 A pendant 600 heures. Dans ces conditions, la densité de courant dans le platine était de  $1436 \text{ A/cm}^2$ ; elle provoquait dans la bande, à un endroit situé à 4 cm au-dessus de la surface du métal liquide, un échauffement au rouge vif. A la fin de l'essai, la bande en platine présentait une très légère attaque par piqûres à la surface de séparation métal/air. Cependant, le taux d'attaque

était faible et n'aurait pas été trouvé inacceptable dans une exploitation industrielle des bassins.

EXAMPLE 3

5 Comme indiqué plus haut, il peut être judicieux d'appliquer un revêtement protecteur à la queue 2 au niveau de la surface de séparation air/métal liquide. Une queue conductrice en platine, d'une section transversale de  $1,69 \times 0,1 \text{ cm}^2$ , fut grenaillée et revêtue à l'endroit indiqué d'une couche de ciment de zirconium. Après l'action d'un courant de 600 A (correspondant à une densité de courant de  $3500 \text{ A/cm}^2$ ), pendant 24 jours, l'attaque était négligeable.

10 Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux exemples donnés ci-dessus, elle est susceptible de nombreuses variantes, accessibles à l'homme de l'art, suivant les applications envisagées et sans s'écartez pour cela de l'esprit de l'invention.

REVENDICATIONS

1.- Dispositif comprenant une cuve raccordée à une source de courant électrique pour maintenir du verre fondu à température élevée, caractérisé en ce que le raccordement comprend un réservoir contenant un matériau électro-conducteur, liquide dans les conditions opératoires, ainsi qu'un conducteur électriquement connecté à la cuve et monté de façon à assurer un contact électrique permanent avec le liquide électroconducteur pendant le mouvement de ladite cuve.

5 2.- Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le conducteur électrique plonge dans le liquide électroconducteur pour établir le contact électrique.

10 3.- Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le réservoir est en métal fixé de façon mécaniquement rigide à une barre omnibus de distribution de courant.

15 4.- Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que le conducteur électrique a la forme d'une queue, fixée à la cuve.

5.- Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que la queue est fixée de façon rigide à la cuve.

20 6.- Dispositif selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que la queue est formée d'un métal ou alliage, présentant une faible résistivité électrique.

7.- Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que la queue est formée d'un métal du groupe ruthénium, rhodium, palladium, iridium, platine, aluminium, cuivre, argent, or ou d'un alliage contenant un ou plusieurs des métaux précités.

25 8.- Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la queue est munie d'un revêtement protecteur métallique ou non-métallique, au voisinage de la surface de séparation air/métal liquide.

9.- Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que le revêtement protecteur est formé d'un ciment de zircone ou d'iridium.

30 10.- Dispositif selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce que la queue est munie d'un collier disposé au niveau de la surface de séparation air/métal liquide pour empêcher une ascension du métal liquide par action capillaire sur la surface de la queue.

35 11.- Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que le réservoir est doté d'un circuit réfrigérant.

12.- Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour ajuster le niveau du liquide dans le réservoir.

13.- Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que le moyen est constitué par une vis de réglage.

14.- Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la cuve est en un métal du groupe comprenant le ruthénium, 5 le rhodium, le palladium, l'iridium, le platine, l'aluminium, le cuivre, l'argent, l'or ou en un alliage contenant un ou plusieurs de ces métaux.

15.- Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la cuve est un bassin de verrerie.

16.- Méthode pour le chauffage de verre fondu, caractérisé en ce que le chauffage s'effectue par effet Joule dans un dispositif tel que revendiqué 10 dans l'une quelconque des revendications 1 à 15.

17.- Méthode pour le chauffage de verre fondu et notamment pour ajuster le gradient thermique dans un bassin de verrerie, caractérisée en ce qu'on modifie la position relative de la cuve et du niveau de liquide dans un 15 réservoir qui fait partie du dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes.

18.- Méthode selon la revendication 17, caractérisée en ce qu'on provoque la modification en agissant sur le volume du réservoir.

19.- Méthode selon la revendication 18, caractérisée en ce qu'on augmente 20 ou diminue le volume du réservoir par l'intermédiaire d'un élément vissé dans la paroi du réservoir.

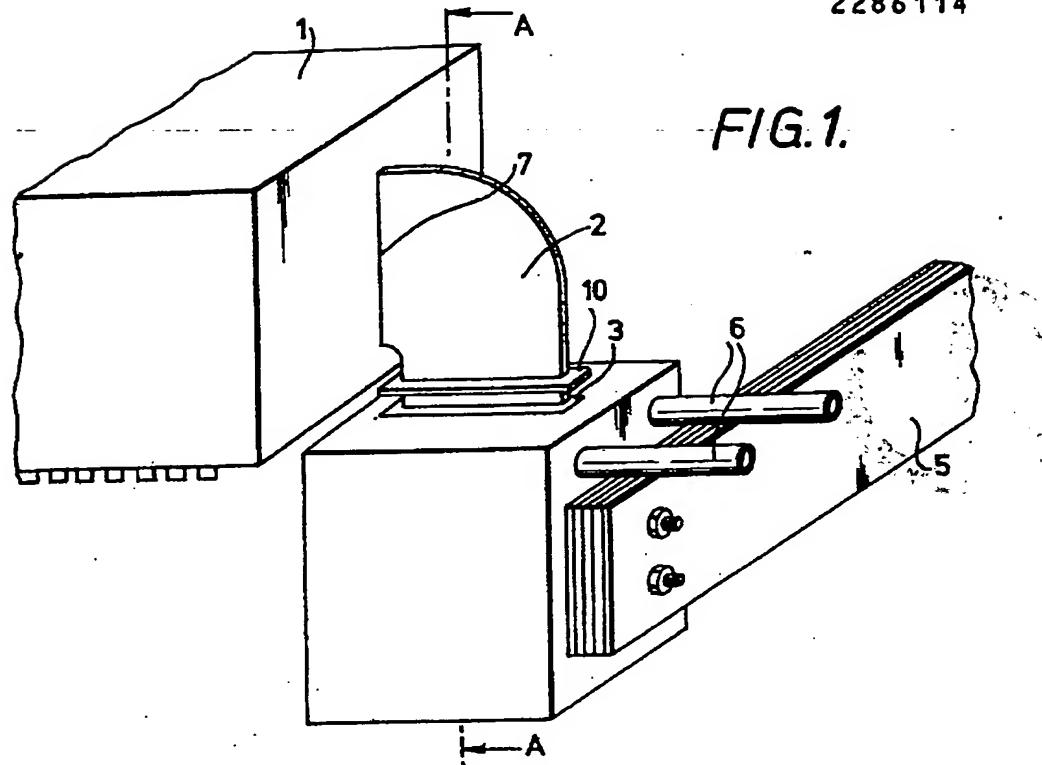


FIG. 1.

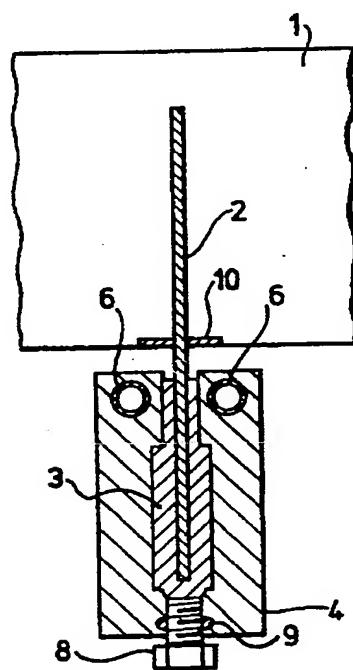


FIG. 2.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**